

Mc
Graw
Hill
Education

Berkeley Physics Course (In SI Units)

第1卷
力学

英文影印版·原书第2版

Mechanics

[美] C. 基特尔 (Charles Kittel) 等著
University of California, Berkeley

[美] A.C. 亥姆霍兹 (A. Carl Helmholz) 等修订
University of California, Berkeley

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



伯克利物理学教程(SI版)

Berkeley Physics Course

第五卷
力学

第五卷 力学 上册

Mathematics

Volume 5, Part 1

1969

© 1969 by the University of California Press
All rights reserved.

伯克利物理学课程第五卷 上册



伯克利物理学教程 (SI 版) Berkeley Physics Course

第 1 卷

力学 (英文影印版·原书第2版)

Mechanics

C. 基特尔 (Charles Kittel) (*University of California, Berkeley*)

[美] W. D. 奈特 (Walter D. Knight) (*University of California, Berkeley*) 著

M. A. 鲁德尔曼 (Malvin A. Ruderman) (*New York University*)

[美] A. C. 亥姆霍兹 (A. Carl Helmholtz) (*University of California, Berkeley*) 修订

B. J. 莫耶 (Burton J. Moyer) (*University of Oregon, Eugene*)

机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

伯克利物理学教程: SI 版. 第 1 卷, 力学: 第 2 版:
英文/ (美) 基特尔 (Kittel, C.) 等著. —影印本.
—北京: 机械工业出版社, 2014. 5
ISBN 978 - 7 - 111 - 46457 - 0

I. ①伯… II. ①基… III. ①力学 - 教材 - 英文
IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 077440 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张金奎 责任编辑: 张金奎

版式设计: 常天培 责任校对: 胡艳萍

封面设计: 张 静 责任印制: 刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 240mm · 30.25 印张 · 721 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 46457 - 0

定价: 58.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

本书除了介绍传统力学课程的内容外，还专用一章较详细地论述了参考系及伽利略变换，用最后五章介绍了狭义相对论。全书强调力学在研究工作中的应用，特别提到了在核物理和天文学中的应用实例。

本书可作为高等院校物理学、应用物理学专业或其他理工科专业的教材或参考书，也可供相关科技人员参考。

Charles Kittel

Mechanics, Berkeley Physics Course-Volume 1

[ISBN 978-0-07-004880-5]

Copyright © 2011 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized English reprint edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2014 by The McGraw-Hill Asia Holdings (Singapore) PTE. LTD and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权英文影印版由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内（不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）销售。

版权©2014 由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2013-4784

《伯克利物理学教程》序

赵凯华 陆 果

20世纪是科学技术空前迅猛发展的世纪，人类社会的科技进步上经历了一个又一个划时代的变革。继19世纪的物理学把人类社会带进“电气化时代”以后，20世纪40年代物理学又使人类掌握了核能的奥秘，把人类社会带进“原子时代”。今天核技术的应用远不止于为社会提供长久可靠的能源，放射性与核磁共振在医学上的诊断和治疗作用，已几乎家喻户晓。20世纪五六十年代物理学家又发明了激光，现在激光已广泛应用于尖端科学研究、工业、农业、医学、通信、计算、军事和家庭生活。20世纪科学技术给人类社会所带来最大的冲击，莫过于以现代计算机为基础发展起来的电子信息技术。号称“信息时代”的到来被誉为“第三次产业革命”。的确，计算机给人类社会带来如此深刻的变化，是二三十年前任何有远见的科学家都不可能预见到的。现代计算机的硬件基础是半导体集成电路，PN结是核心。1947年晶体管的发明，标志着信息时代的发端。所有上述一切，无不建立在量子物理的基础上，或是在量子物理的概念中衍生出来的。此外，众多交叉学科领域，像量子化学、量子生物学、量子宇宙学，也都立足于量子物理这块奠基石上。我们可以毫不夸大地说，没有量子物理，就没有我们今天的生活方式。

普朗克量子论的诞生已经有114年了，从1925年或1926年算起量子力学的建立也已经将近90年了。像量子物理这样重要的内容，在基础物理课程中理应占有重要的地位。然而时至今日，我们的基础物理课程中量子物理的内容在许多地方只一带而过，人们所说的“近代物理”早已不“近代”了。

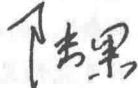
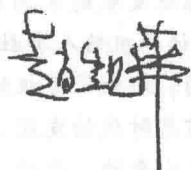
美国的一些重点大学，为了解决基础物理教材内容与现代科学技术蓬勃发展的要求不相适应的矛盾，早在上世纪五六十年代起就开始对大学基础物理课程试行改革。上世纪六十年代出版的《伯克利物理学教程》就是这种尝试之一，它一共包括五卷：1. 力学；2. 电磁学；3. 波动学；4. 量子物理学；5. 统计物理学。该教程编写的意图，是尽可能地反映近百年来物理学的巨大进展，按照当前物理学工作者在各个前沿领域所使用的方式来介绍物理学。该教程引入狭义相对论、量子物理学和统计物理学的概念，从较新的统一的观点来阐明物理学的基本原理，以适应现代科学技术发展对物理教学提出的要求。

当年《伯克利物理学教程》的作者们以巨大的勇气和扎实深厚的学识做出了杰出的工作，直到今天，回顾《伯克利物理学教程》，我们仍然可以从中得到许多非常有益的启示。

首先，这五卷的安排就很好地体现了现代科学技术发展对物理教学提出的要求，其次各卷作者对具体内容也都作出了精心的选择和安排。特别是，第4卷《量子物理学》的作者威切曼(Eyvind H. Wichmann)早在半个世纪前就提出：“我不相信学习量子物理学比学习物理学

其他部分在实质上会更困难。……当然，确曾有一个时期，所有量子现象被认为是非常神秘和错综复杂的。在最初探索这个领域的时期，物理学工作者确曾遇到一些真正的心理上的困难，这些困难一部分来自可以理解的偏爱于经典观点的成见，另一部分则来自于实验图像的不完整性。但是，对于今天的初学者，没有理由一定要重新制造这些同样的困难。”我们不能不为他的勇气和真知灼见所折服。第5卷《统计物理学》的作者瑞夫（F. Reif）提出：“我所遵循的方法，既不是按照这些学科进展的历史顺序，也不是沿袭传统的方式。我的目标是宁可采用现代的观点，用尽可能系统和简洁的方法阐明：原子论的基本概念如何导致明晰的理论框架，能够描述和预言宏观体系的性质。……我选择的叙述次序就是要对这样的读者有启发作用，他打算自己去发现如何获得宏观体系的知识。”的确，他的《统计物理学》以其深刻而清晰的物理分析，令人回味无穷。

感谢机械工业出版社，正是由于他们的辛勤工作，才为广大教师和学生提供了这套优秀的教材和参考书。



2014年4月12日于北京大学

《伯克利物理学教程》原序（一）

本教程为一套二年期的初等大学物理教程，对象为主修科学和工程的学生。我们想尽可能以在领域前沿工作的物理学家所应用的方式介绍初等物理。我们旨在编写一套严格强调物理学基础的教材。我们更特别想将狭义相对论、量子物理和统计物理的思想有机地引入初等物理课程。

选修本课程的学生都应在高中学过物理。而且，在修读本课程的同时还应修读包括微积分在内的数学课。

现在美国另外有好几套大学物理的新教材在编写。由于受科技进步和中、小学日益强调科学这两方面需要的影响，不少物理学家都有编写新教材的想法。我们这套教材发端于1961年末康奈尔大学的 Philip Morrison 和 C. Kittel 两人之间的一次交谈。我们还受到国家科学基金会的 John Mays 和他的同事们的鼓励，也受到时任大学物理委员会主席的 Walter C. Michels 的支持。我们在开始阶段成立了一个非正式委员会来指导本教程。委员会一开始由 Luis Alvarez、William B. Fretter、Charles Kittel、Walter D. Knight、Philip Morrison、Edward M. Purcell、Malvin A. Ruderman 和 Jerrold R. Zacharias 组成。1962年5月委员会第一次在伯克利开会，会上确定了一套全新的物理教程的临时大纲。因为有几位委员工作繁忙，1964年1月委员会调整了部分成员，而现在的成员就是在本序言末签名的各位。其他人的贡献则在各分卷的前言中致谢。

临时大纲及其体现的精神对最终编成的教程内容有重大影响。大纲全面涵盖了我们认为既应该又可能教给刚进大学主修科学与工程的学生们的具体内容以及应有的学习态度。我们从未设想编一套专门面向优等生、尖子生的教材。但我们着意以独具创新性的、统一的观点表达物理原理，因而教材的许多部分不仅对学生，恐怕对老师来说都一样是新的。

根据计划五卷教程包括：

- I. 力学 (Kittel, Knight, Ruderman)
- II. 电磁学 (Purcell)
- III. 波动学 (Crawford)
- IV. 量子物理学 (Wichmann)
- V. 统计物理学 (Reif)

每一卷都由作者自行选择以最适合其本人分支学科的风格和方法写作。

因为教材本身强调物理原理，令有的老师觉得实验物理不足。使用教材初期的教学活动促使 Alan M. Portis 提出组建基础物理实验室，这就是现在所熟知的伯克利物理实验室。这所实验室里重要的实验相当完善，而且实验室专门设计得与教材很匹配，相辅相成。

编写教材的财政资助来自国家科学基金会，加州大学也给予了巨大的间接支持。财务由教

育服务公司 (ESI) 管理, 这是一家非赢利性组织, 专门管理各项课程改进项目。我们特别感谢 Gilbert Oakley、James Aldrich 和 William Jones 积极而贴心的支持, 他们全部来自 ESI。ESI 在伯克利设立了一个办公室以协助教材编写和实验室建设, 办公室由 Mary R. Maloney 夫人负责, 她极其称职。加州大学同我们的教材项目虽无正式的联系, 但却在很多重要的方面帮助了我们。在这一方面我们特别感谢相继两任物理系主任 August C. Helmholtz 和 Bulton J. Moyer、系里的全体教职员工、Donald Coney 以及大学里的许多其他人。在前期的许多组织工作中, Abraham Olshen 也给了我们许多帮助。

欢迎各位提出更正和建议。

Eugene D. Commins

Edward M. Purcell

Frank S. Crawford, Jr.

Frederick Reif

Walter D. Knight

Malvin A. Ruderman

Philip Morrison

Eyvind H. Wichmann

Alan M. Portis

Charles Kittel, 主席

1965 年 1 月

伯克利, 加利福尼亚

《伯克利物理学教程》原序（二）

本科生教学是综合性大学现在所面临的紧迫问题之一。随着研究工作对教师越来越具有吸引力，“教学过程的隐晦贬损”（摘引自哲学家悉尼·胡克 Sidney hook）已太过常见了。此外，在许多领域中，研究的进展所导致的知识内容和结构的日益变化使得课程修订的需求变得格外迫切。自然，这对物理科学尤为真实。

因此，我很高兴为这套《伯克利物理学教程》作序，这是一项旨在反映过去百年来物理学巨大变革的本科阶段课程改革的大项目。这套教程得益于许多在前沿研究领域工作的物理学家的努力，也有幸得到了国家科学基金会（National Science Foundation）通过对教育服务公司（Educational Services Incorporated）拨款的形式给予的资助。这套教程已经在加州大学伯克利分校的低年级物理课上成功试用了好几个学期，它象征着教育方面的显著进展，我希望今后能被极广泛地采用。

加州大学乐于成为负责编写这套新教程和建立实验室的校际合作组的东道主，也很高兴有许多伯克利分校的学生志愿协助试用这套教程。非常感谢国家科学基金会的资助以及教育服务公司的合作。但也许最让人满意的是大量参与课程改革项目的加州大学的教职员所表现出来的对本科生教学的浓厚的兴趣。学者型教师的传统是古老的，也是光荣的；而致力于这部新教程和实验室的工作也正展示了这一传统依旧在加州大学发扬光大。

克拉克·克尔（Clark Kerr）

注：Clark Kerr 系加州大学伯克利分校前校长。

出版说明

为何要采用 SI 国际单位制?

在印度次大陆所有的使用者都认为 SI (Système Internationale) 单位更方便, 也更受欢迎。因此, 为使这套经典的伯克利教材对读者更适用, 有必要将原著中的单位改用 SI 制。

致谢

我们要对承担将伯克利教材单位制更改为 SI 制工作的德里大学圣斯蒂芬学院 (新德里) 的退休副教授 D. L. Katyal 表示诚挚的谢忱。

同样必须提及的是巴罗达 M. S. 大学 (古吉拉特邦瓦多达拉市) 物理系的副教授 Surjit Mukherjee 的精准校核。

征求反馈和建议

Tata McGraw-Hill 公司欢迎读者的评论、建议和反馈。请将邮件发送至 tmh.sciencefeedback@gmail.com, 并请举报和侵权、盗版相关的问题。

第2版前言

《力学》卷自成书以来已经使用了将近七年，几年前就已感到应该考虑修订了。那时我们每人都已在伯克利使用这本书讲授过好几遍了。我们根据自己的教学经验以及与本校和其他学院同行们的讨论，逐渐提出和考虑了一些修改意见，以使这本书作为理工科学生的入门课程更适合教学目标。

我们力图保持整套《伯克利物理学教程》的特色，不改变它所开创的新的教学方式，这就是引用研究实验工作中的例子，并介绍一些过去认为对入门课程太深但十分有意义的课题。我们还从第1版中删去了一些“高级课题”，并把原来第15章“近代物理学中的粒子”全部删去。我们认为，那些内容在目前水平的课程中并不是常常用到的。最重大的修改是完全重新改写了关于刚体运动的第8章。虽然这一章现在无疑是更通俗化了，可是它更适合于学生目前的程度。各课题编排的顺序基本未变，只是把第3章和第4章对调了一下，这是希望使学生先熟悉一下牛顿运动定律的一些普通应用，以便有助于更好地理解较深一些的伽利略变换的概念。最后，鉴于学生在数学，特别是在微分方程方面曾遇到很大困难，为此我们增补了一些“数学附录”。

后面的“教学说明”，就教师应该怎样使用本书作为教材作了比较详细的说明。作为能够在一个季度或一个学期恰当使用的教材来说，新版中的材料仍然过多。任课教师应有意识地选择讲授的内容。近年来，伯克利改行季度制，使得实验课无法与第一季度的力学内容相配合。入门性质的基础课程应该同实验课密切结合。波提斯 (Alan Portis) 和杨 (Hugh Young) 修订的《伯克利物理学实验》一书，编写有同任何力学入门课程相配合的有价值的实验。

许多同事为我们提供了帮助，并提出了有益的建议和意见。在这里，我们特别感谢米里亚姆·梅利斯 (Miriam Mechlis) 女士在本版编写中给予的帮助。

A. C. 亥姆霍兹

B. J. 莫耶

教学说明

本书显然是作为教科书而编写的。对学生程度的要求是假定他们已学过一些微积分，目前还在继续学习，而且已学完了高中物理课程。在伯克利的加州大学，理工科学生是在一年级第一季度开始学习微积分，而在第二季度一面学习本课程，一面继续学习微积分。他们开始上物理课时已经学过微分，至少在这一季度中间开始接触到积分。教学计划安排得如此紧密，这就要求与数学课教师密切配合。当然，这时学生还没有学过微分方程，所以在第3章和第7章末的数学附录中有一些介绍几种简单微分方程解法的材料。在像现在这样的力学课程中，需要求解的微分方程类型并不多，我们相信，学生全部可以学会。

教师们会发现，教学影片目录已经由分散地放在每章的末尾，改为集中地放在整部书的最后。大学物理委员会资源快报（The Commission on College Physics Resource Letter）是一个非常全的教学影片列表，其中一些特别适合力学主题教学的影片已经被从中选出。近几年来，大量的影片被制作完成。对于简短地演示及说明某些课题，其中的许多影片是非常有帮助的，每位教师也当然可以通过自身使用的经验来找到适合于他本人教学的影片。

这次修订中增添了一些习题，尽管它们大多数要比删掉的那些容易些，但是我们并没有把非常简单的习题和填空题加进来。新增加的这些习题，有一些对帮助学生增强学习的信心是有价值的。不过，我们认为，每位教师可以自编一些习题，或者至少从别的书中找出一些。没有两位教师愿意以完全相同的方式讲授力学课，因此，按照需要选用一些专用习题，就会使教师有机会发挥自己的特长。还有一些有用的习题集，其中的几本连同这一层次的一些力学教科书列在了书后的附录中。

当然，使用本书作为教材可以有好几种方式，其中有一种方式显然在本书第1版时很少有人采用过。然而，我们认为，它也许是使用本书的一种非常好的方式，这就是把本书用作上过一学年不用微积分的力学课之后的力学教材，例如在那些较小的学院中，由于没有力量同时既开设用微积分的课程又开设不用微积分的课程，常常就可以这样安排。对大学二年级或者三年级学生开设的这样一门力学课，由于有许多课题可以以不太高深的形式放在第一学年内讲授，因此，可以把本书内容都按时讲完。

本书作为普通物理课程的正式入门教材，内容可能过多，为此，我们建议教师不必一字不漏地全讲。有许多这样的入门课程，是不包括狭义相对论的，所以，前九章是对经典力学的系统介绍。可是，即使是这些内容，如果全都讲到，对于在只有九周或十周时间的一个季度的课程或者一个学期通常只有部分时间讲授力学来说，仍然太多了。因此，我们在下面提出了一些建议，说明各章的最低要求。有时人们不希望在一门入门课程中包括电学或磁学问题。我们相信，这本教材可以按这种方式来使用，尽管会有许多学生对电学问题有浓厚兴趣。许多教师对

于大量删减材料也感到为难。根据我们的经验，与其泛泛地讲很多内容，还不如努力讲好其中一部分内容。书中较深的一些章节和高级课题是供优秀学生阅读的，这些可以发挥他们的才能；这些部分也可供学生在以后继续学习物理学时作为参考材料。

作过以上说明，我们现在详细地介绍一下本书各章。

第1章 和本书第1版中一样，本章对学习力学来说并不是必不可少的。不过，它可以为兴趣较广的学生提供有趣的阅读材料。如教师希望给学生指定阅读材料，这一章可以提供很好的材料来说明“数量级”的概念。

第2章 引进矢量，使学生掌握物理学中非常有用的一种语言。如在这一章里指出的，可以暂时略去矢量积部分，以及关于 \boldsymbol{v} 和 \boldsymbol{B} 不垂直时的磁力例子。教师可以不用矢量积讲到第6章，到那时再回头讲它。标量积是求物理量数值时常常用到的。第5章讲功和能时更是如此。因此有必要在这里引入它。此外，求解很多有趣的习题也要用标量积作为工具。矢量微商一节也很有用，不过讨论单位矢量 \hat{r} 和 $\hat{\theta}$ 的内容可以略去，移到很后面再介绍。我们希望，这一章关于圆周运动的内容是以后学习动力学的一个很好入门。

第3章 这一章较长，并介绍了比较多的应用。我们以通常惯用的形式引进了牛顿定律，接着就介绍第二定律的一些应用。如果课时较少，或者不打算讲电学和磁学方面的应用，有关的那一节可以全部略去，或者只就速度与磁场垂直的特例来讲述磁场。此后通过牛顿第三定律引入动量守恒。在碰撞问题中提到了动能，尽管要到第5章才引入这个概念。大多数学生在高中时就学过动能概念，在这里不会感到任何困难，不过也可以略去。

第4章 正如在本章中指出的，这一章不是用传统的方式写的。许多物理学家都要求引入伽利略变换，对打算进一步学习狭义相对论的读者来说，这一章对坐标变换提供了很好的准备知识。可是，对于非物理专业学生和时间有限的读者来说，这一章无异过于“锦上添花”，应当略去。讲一点加速参照系和虚设力的知识，也许是必要的，但是，可以从本章头几页中选用材料。

第5章 这一章引入功和动能，首先讲一维情形，然后讲三维情形。这里必须用到标量积，但可以避开使用线积分。这一章详细地介绍了势能。如果课时不多，关于电势的讨论和关于保守场的讨论都不妨略去。然而，这是很重要的一章，讲授时不应草率从事。

第6章 这一章再次介绍碰撞问题，并引入了质心参照系概念。质心是刚体中的一个重要概念，虽然广泛采用质心系，但如力学课时不多，也可以删去这些内容。引入角动量和力矩概念时需要用到矢量积，不过，这时学生已具备了掌握和运用矢量积的知识，如果在前面略去未讲，可以在这里讲授。角动量守恒对许多学生来说是一个有吸引力的课题。

第7章 在这里，如果学生对运用微分方程有困难，应该先学习“数学附录”。弹簧振子和单摆是为讲授振动这一重要课题而引入的两个简明例子。如果课时不够，关于动能和势能的平均值、阻尼运动以及受迫振动的几节，全都可以删去。实验课还可以提供这种运动的一些非常好的实例。对于那些程度较高的学生，关于非谐振子和受迫振子的“高级课题”是会有吸引力的。

第8章 我们认为,对刚体作一入门介绍,对于所有学生都是有益的。绕固定轴的力矩和角加速度这两个概念并不难懂,它们能使学生得到同周围现实世界的联系。本章对陀螺仪的简单分析也是有价值的,但是,介绍主轴、惯量积和转动坐标系的那些内容,在大多数力学课中恐怕应当删去。

第9章 有心力问题是非常重要的。有些教师也许不愿在计算球体内外引力势方面花那么多时间,这些当然可以略去。他们可能还感到积分求解 r 的运动方程太费事了,如果是这样,也可以删去它。他们对本章中的“高级课题”应该感到满意。尽管这一章中有不少材料必要时可以删去,但是,花点工夫掌握它们还是很有好处的。两体问题和约化质量的概念也是很有用的,不过,如果课时不够也可以删去。

第10章 这一章介绍了几种测定光速的方法,对于力学课来说,这些材料并非是必不可少的,不过我们相信学生会对它感兴趣,也可以把它指定为课外阅读材料;接着介绍了迈克耳逊-莫雷实验,在这样的力学课中,它是用来说明伽利略变换需要加以改变的最令人信服的证据;还介绍了多普勒效应,这是因为退离的多普勒效应为遥远星体的高速运动提供了证据;本章结尾用一节讨论了光速是物体的极限速度问题,以及牛顿动能公式的失效。对只能花不多时间学习狭义相对论的学生,浏览一下本章也许就够了。

第11章 这一章里推导出了洛伦兹变换式,并把它们用于通常最说明狭义相对论的特征的现象,即长度收缩和时间膨胀。本章介绍了速度变换,并举出了一些例子。这一章是学习以后各章的基础,应当花足够时间认真学习。

第12章 这一章利用第11章的结果证明需要改变动量和相对论性能量的定义,最后证明了 $E = mc^2$ 的来源,讲授时应当着重介绍与高能粒子实验以及与高能核物理学的关系。在这个阶段,学生们也许(譬如说)对核物理学只有一些模糊的认识,然而,这些例子在今天已如此普遍,讲授起来不会有任何困难。最后,关于静止质量为零的粒子的讨论,将能够回答许多机敏学生的疑问。

第13章 本章进一步深入论述了前一章提出的许多例子。引入了质心系,指出了它的优点。课时不多时,这些都可以略去。学得好的学生对这些内容会感到有兴趣,可以在学习其他物理课程涉及狭义相对论时作为课外阅读材料。

第14章 近年来,学习广义相对论已经相当普遍,这一章就是为学习广义相对论作准备的。当然,就通常意义说,这一章内容对于狭义相对论并不是重要的。但是,有许多学生可能对于引力质量与惯性质量的差别感兴趣,而且,几乎每个人都听说过关于广义相对论的验证问题。

致 学 生

大学物理课的头一年一向是最困难的。在第一年里，学生要接受的新思想、新概念和新方法，要比在高年级或研究院课程中还要多得多。一个学生如果清楚地理解了力学中所阐述的基本物理内容，即使他还不能在复杂情况下运用自如，他也已经克服了学习物理学的大部分的真正困难了。

一个学生，如果对理解本书的某些部分感到困难，或者在解习题上遇到困难，甚至在把课文反复阅读过后也仍然如此，那他应当怎么办呢？首先，他应当回头重读高中物理课本的有关部分。这其中特别值得推荐的是《PSSC 物理学》，《哈佛物理学》(Harvard Project Physics) 也很不错。然后，他应当选一本大学入门水平的物理书作参考和阅读。这些书中有很多都没有用微积分，因而由于数学方面引起的困难便可以大大减少。习题，特别是看那些已做出的例题，可能是很有帮助的。最后，当他已经理解了这些较浅的书之后，他还可以找一些与本书水平相当的书来阅读。当然，他应当记住，找教师答疑解惑总是最好的办法。

许多学生总是在数学方面感到困难。因此，除了正规学习的微积分教材外，也可以阅读一些小册子。作为一本自学手册，Daniel Kleppner 和 Norman Ramsey 编写的 Quick Calculus (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1965) 是一部关于微积分要点的非常出色的综述。

记号与约定

单位

科学技术中的每一成熟领域，对于其中经常出现的量都有它自己的特定单位。对于美国西部的水利工程师、牧场主或是律师而言，英亩-英尺 (acre-foot) 是体积的一个自然单位。MeV 即兆电子伏特是核物理学家使用的一个自然能量单位，千卡是化学家的能量单位，而千瓦时是动力工程师的能量单位。理论物理学家常常爱简单地说：选择单位使光速等于 1。一位从事实际工作的科学工作者不会把很多时间花在单位换算上，他对于计算中碰到的因子（如 2）和正、负号倒会特别留意。他也不会费很多时间去讨论单位制，因为好的科学从来就不会从单位制讨论得出来。

物理学中主要采用的是高斯厘米-克-秒制 (cgs) 单位和国际制 (SI) 即米-千克-秒制 (mks) 单位。任何一个科学家或工程师要想顺利地阅读物理学文献，都必须熟悉这两种单位制。

物理常数

本书文后印有物理常数和一些有用的物理量近似值。更为精确的物理常数值可参阅最新出版的有关刊物。

记号和符号

一般说来，我们总是让本书中的符号和单位缩写与物理学文献中所使用的一致，它们大多是与国际习惯相符合的。

我们这里把本书采用的几种记号总列如下：

- = 等于 \approx 近似地等于；粗略地等于
- \cong 差不多等于 \sim 数量级为
- \equiv 恒等于 \propto 正比于

\approx , \cong , \sim 这几种记号的用法还没有标准化，不过我们上面给出的定义是多数物理学家都采用的。美国物理学会极力提倡在那些可能会有人用 \approx 或 \cong 的地方，最好一律都采用 \approx 。

记号 $\sum_{j=1}^N$ 或 \sum_j^N 表示对 \sum 右方的东西从 $j = 1$ 到 $j = N$ 求和。符号 $\sum_{i,j}$ 表示对两个指标 i 和 j 的双重求和。符号 $\sum'_{i,j}$ 或 $\sum_{\substack{i,j \\ i \neq j}}$ 表示除去 $i = j$ 的双重求和。